

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2006 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06725408 **Image available**

SIMILAR IMAGE DISPLAY METHOD AND RECORDING MEDIUM STORING SIMILAR IMAGE
DISPLAY PROCESSING PROGRAM

PUB. NO.: 2000-311246 [JP 2000311246 A]

PUBLISHED: November 07, 2000 (20001107)

INVENTOR(s): IWASAKI MASAJIRO

APPLICANT(s): RICOH CO LTD

APPL. NO.: 11-120946 [JP 99120946]

FILED: April 28, 1999 (19990428)

INTL CLASS: G06T-007/00; G06T-001/00

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a similar image display method which can fast display a feature value space in response to the similarity even when the image feature cannot be expressed in the vector data or when the image similarity cannot be expressed in the linear connection.

SOLUTION: A feature value space based on the feature value extracted from the data on every image is hierarchically divided into nodes C1-C10 for generating a tree structure. Then a display space is divided on the basis of the tree structure and the image data are arranged corresponding to each of divided display spaces for displaying the images. Thus, the position of feature value of every display space is decided according to the inter-feature value position set in the feature value space and the similar images are displayed on a screen at the positions close to each other, for example. Thereby the feature value space can be fast displayed in response to the similarity even when the image feature cannot be expressed in the vector data or when the image similarity cannot be expressed in the linear connection.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

?

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-311246

(P2000-311246A)

(43)公開日 平成12年11月7日(2000.11.7)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル*(参考)
G 0 6 T	7/00	C 0 6 F	4 6 0 B
	1/00	15/70	5 B 0 5 0
		15/62	P
			5 L 0 9 6
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-120946

(22)出願日 平成11年4月28日(1999.4.28)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 岩崎 雅二郎

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(74)代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史 (外1名)

Fターム(参考) 5B050 EA04 EA09 EA18 FA02 FA12

GA08

5L096 AA02 BA08 FA06 FA37 FA54

FA74 FA81 MA07

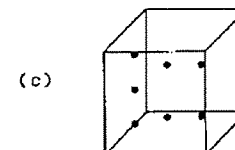
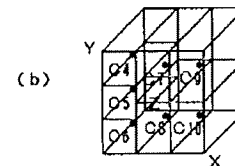
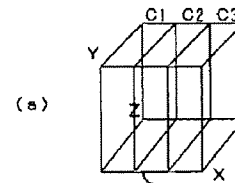
9A001 FZ03 HH23

(54)【発明の名称】 類似画像表示方法及び類似画像表示処理プログラムを格納した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 画像特徴がベクトルデータで表現できない場合、又は、画像の類似性が線形結合で表せない場合においても、特徴量の空間を類似性に基づいて高速に表示可能とする類似画像表示方法を得る。

【解決手段】 各画像の画像データから抽出された特徴量に基づいて特徴量空間を階層的に分割し、その階層的に分割された特徴量空間をノード(C1~C10)として枝分かれさせた木構造に生成し、その生成された木構造に基づいて表示空間を分割し、分割された各表示空間に対応する各画像データを配して画像表示する。これにより、特徴量空間での特徴量間の位置に則した表示空間での特徴量の位置が求められ、類似する画像が例えば画面上の近い位置において表示されるので、画像特徴がベクトルデータで表現できない場合、又は、画像の類似性が線形結合で表せない場合においても、特徴量の空間が類似性に基づいて高速に表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 類似する複数の画像を関連させて表示させる類似画像表示方法において、

各画像の画像データからその画像の特徴を示す特徴量を抽出し、

その抽出された各特徴量が存在する特徴量空間を前記特徴量に基づいて階層的に分割し、

その階層的に分割された前記特徴量空間をノードとして枝分かれさせた木構造に生成し、

その生成された木構造に基づいて前記画像の可視化空間である表示空間を分割し、

分割された各表示空間に対応する各画像データを配して画像表示することを特徴とする類似画像表示方法。

【請求項2】 前記特徴量空間の階層的な分割は、クラスタリング手法によって円形状のクラスタを再帰的に生成して行うことを特徴とする請求項1記載の類似画像表示方法。

【請求項3】 前記クラスタリング手法は、各特徴量から最も近い前記クラスタまでの距離を算出し、前記特徴量の算出距離の昇順に、その特徴量を各クラスタのいずれか一つに含めるために拡張しなければいけない前記クラスタの半径の増分を求め、その増分が最も少ない前記クラスタに所定の特徴量を属させることを特徴とする請求項2記載の類似画像表示方法。

【請求項4】 前記表示空間の分割は、木構造のノード毎に前記特徴量の一次元方向を順次変えながら木構造の下位ノードの分岐数に基づいて分割することを特徴とする請求項1記載の類似画像表示方法。

【請求項5】 前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノードとともにそれらの兄弟ノード間の距離も考慮して前記表示空間を分割する割合を調整することを特徴とする請求項4記載の類似画像表示方法。

【請求項6】 前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数に比例させて前記表示空間を分割する割合を調整することを特徴とする請求項4記載の類似画像表示方法。

【請求項7】 前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさに比例させて前記表示空間を分割する割合を調整することを特徴とする請求項4記載の類似画像表示方法。

【請求項8】 前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノード間の距離と木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数と木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさとの少なくとも二以上を組み合わせることで前記表示空間を分割する割合を調整することを特徴とする請求項4記載の類似画像表示方法。

【請求項9】 コンピュータに読み込まれ、各画像の画像データからその画像の特徴を示す特徴量を抽出させ、その抽出された各特徴量が存在する特徴量空間を前記特徴量に基づいて階層的に分割させ、その階層的に分割さ

れた前記特徴量空間をノードとして枝分かれさせた木構造に生成させ、その生成された木構造に基づいて前記画像の可視化空間である表示空間を分割させ、分割された各表示空間に対応する各画像データを配して画像表示させ、類似する前記画像を関連させて表示させる機能をコンピュータに実行させる類似画像表示処理プログラムが格納されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項10】 前記特徴量空間の階層的な分割は、クラスタリング手法によって円形状のクラスタを再帰的に生成して行うような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項9記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項11】 前記クラスタリング手法は、各特徴量から最も近い前記クラスタまでの距離を算出し、前記特徴量の算出距離の昇順に、その特徴量を各クラスタのいずれか一つに含めるために拡張しなければいけない前記クラスタの半径の増分を求め、その増分が最も少ない前記クラスタに所定の特徴量を属させるような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項10記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項12】 前記表示空間の分割は、木構造のノード毎に前記特徴量の一次元方向を順次変えながら木構造の下位ノードの分岐数に基づいて分割するような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項9記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項13】 前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノードとともにそれらの兄弟ノード間の距離も考慮して前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項14】 前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数に比例させて前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項15】 前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさに比例させて前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項16】 前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノード間の距離と木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数と木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさとの少なくとも二以上を組み合わせることで前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させるようにした請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、類似する複数の画

像を関連させて表示する類似画像表示方法、及び類似画像表示処理プログラムを格納した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、CPUの高速化及び一次/二次記憶装置の大容量化により画像データを手軽に扱えるようになっただけでなく、インターネットやデジタルカメラ等の普及によって多くの画像データを容易にパーソナルコンピュータ等に取り込めるようになり、我々の身の回りには大量の画像データが氾濫している。このため、このような大量の画像データの中からユーザが所望する画像を検索するための技術が要望され、脚光を浴び始めている。

【0003】従来の画像検索では、予め人手により画像に属性情報を付与し、この属性情報もとに検索する方法が一般的であった。しかし、この方法では画像データの急増には対応することができない。そこで、近年、画像データから自動的に特徴（色（ヒストグラム）、テクスチャ、形状等）を抽出し、その抽出された画像の特徴に基づいて指定された画像に類似する画像データを検索する類似画像検索の研究が進められ、成果を収めている。

【0004】類似画像検索方法の一例としては、画像特徴を予め画像から抽出して保管しておき、検索時に指定された問い合わせ画像からも同様に画像特徴を抽出し、すでに抽出されている画像特徴と逐次比較（距離計算）を行なうことで類似する画像を検索するものがある。しかしながら、この方法では、画像特徴の数が少量の場合には処理速度に問題はないが、画像特徴が大量になると必然的に処理速度が遅くなってしまうという問題があった。

【0005】一方、インタフェースの観点からみると、現在の類似画像検索システムは、検索結果を類似度の順位に基づいて一次的に羅列して表示している。しかし、これでは画像検索を行なうユーザに対して、パターンレベルで計量化された画像間の関係が効果的に提示されているとはいいがたい。導入された画像の類似度は必ずしもユーザの検索意図を反映するとは限らないので、ユーザにとって検索結果は判断の補助に過ぎない。そこで、検索結果をユーザが整理するのを支援するようなインタフェースを提供しなければならない。特に類似画像検索のように、ユーザの検索要求自体のあいまい性が無視できない場合、ユーザは、なるべく多くのデータを「見よう」とすると考えられ、多数の検索結果をユーザに理解し易い形で提示する必要がある。

【0006】そこで、情報検索支援という立場から、検索結果をできるだけ多く提示してユーザに閲覧させてユーザの判断を仰ぐインタフェースであって、ユーザが検索結果の傾向を直感的に把握し易いように秩序だって検索結果を一覧させるインタフェースが、『類似画像検索における特徴量空間の可視化インタフェース（電子情報通信学会技術研究報告 98巻204号）』において提

案されている。このインタフェースによれば、検索の結果得られた画像に対して主成分分析を行ない、そこで得られる画像特徴を二次元空間の表示空間にマップして検索結果を提示する。これにより、データベース中の全画像に対して主成分分析を行なうよりも検索の結果得られた画像に対して主成分分析を行なう方が、有効な特徴量の次元数が大幅に低減されるので、情報圧縮になるとともに、画像集合の分布をより正確に反映し、検索結果をより分散して表示できることになり、ユーザは検索結果の画像の傾向を把握しやすくなる。

【0007】また、『インタラクティブ視覚化による文献集合からの情報獲得支援（日本ソフトウェア科学会第13回大会 予稿集）』においては、多数の文献とキーワードをその関連性に基づいて配置する視覚的分類技術にユーザの操作による視覚化結果の動的な更新を導入した視覚的インタラクション手法が提案されている。この視覚的インタラクション手法は、インデックスなどから算出される文献間の類似度に基づいて近い文献どうしを二次元（三次元）上において空間的に近く配置して検索結果を提示するものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、『類似画像検索における特徴量空間の可視化インタフェース（電子情報通信学会技術研究報告 98巻204号）』に提案されている方法では、画像特徴がベクトルデータで表現できない場合、又は、画像の類似性が線形結合で表せない場合に主成分分析が行なえないという問題がある。

【0009】一方、『インタラクティブ視覚化による文献集合からの情報獲得支援（日本ソフトウェア科学会第13回大会 予稿集）』に提案されている方法では、キーワード数が多数になってしまう場合には計算量が膨大で処理時間を要するため、インタラクティブな表示による視覚化情報の把握が困難になるという問題がある。

【0010】本発明の目的は、画像特徴がベクトルデータで表現できない場合、又は、画像の類似性が線形結合で表せない場合においても、特徴量の空間を類似性に基づいて高速に表示可能とする類似画像表示方法、及び類似画像表示処理プログラムを格納した記録媒体を得ることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明の類似画像表示方法は、類似する複数の画像を関連させて表示させる類似画像表示方法において、各画像の画像データからその画像の特徴を示す特徴量を抽出し、その抽出された各特徴量が存在する特徴量空間を前記特徴量に基づいて階層的に分割し、その階層的に分割された前記特徴量空間をノードとして枝分かれさせた木構造に生成し、その生成された木構造に基づいて前記画像の可視化空間である表示空間を分割し、分割された各表示空間に

対応する各画像データを配して画像表示する。

【0012】したがって、特徴量空間での特徴量間の位置に則した表示空間での特徴量の位置が求められる。これにより、類似する画像が例えば画面上の近い位置において表示される。

【0013】請求項2記載の発明は、請求項1記載の類似画像表示方法において、前記特徴量空間の階層的な分割は、クラスタリング手法によって円形状のクラスタを再帰的に生成して行う。

【0014】したがって、クラスタリング手法を用いることにより、処理量が少なくなり、処理速度が速められる。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項2記載の類似画像表示方法において、前記クラスタリング手法は、各特徴量から最も近い前記クラスタまでの距離を算出し、前記特徴量の算出距離の昇順に、その特徴量を各クラスタのいずれか一つに含めるために拡張しなければならない前記クラスタの半径の増分を求め、その増分が最も少ない前記クラスタに所定の特徴量を属させる。

【0016】したがって、より精度の高いクラスタリング処理が可能になる。

【0017】請求項4記載の発明は、請求項1記載の類似画像表示方法において、前記表示空間の分割は、木構造のノード毎に前記特徴量の一次元方向を順次変えながら木構造の下位ノードの分岐数に基づいて分割する。

【0018】したがって、分割された表示空間は、それぞれノードを代表する画像を有することになり、また、類似する特徴量は近くに配置されることになる。

【0019】請求項5記載の発明は、請求項4記載の類似画像表示方法において、前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノードとともにそれらの兄弟ノード間の距離も考慮して前記表示空間を分割する割合を調整する。

【0020】したがって、類似性をより正確に表した表示画面を生成することが可能になる。

【0021】請求項6記載の発明は、請求項4記載の類似画像表示方法において、前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数に比例させて前記表示空間を分割する割合を調整する。

【0022】したがって、特徴量が表示空間に均等に分配されることにより、画像が一箇所に密集して表示されることが防止される。

【0023】請求項7記載の発明は、請求項4記載の類似画像表示方法において、前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさに比例させて前記表示空間を分割する割合を調整する。

【0024】したがって、類似性をより正確に表した表示画面を生成することが可能になる。

【0025】請求項8記載の発明は、請求項4記載の類似画像表示方法において、前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノード間の距離と木構造の下位ノードに属する

前記特徴量の数と木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさととの中の少なくとも二以上を組み合わせる前記表示空間を分割する割合を調整する。

【0026】したがって、類似性をより正確に表した表示画面を生成することが可能になる。

【0027】請求項9記載の発明は、コンピュータに読み込まれ、各画像の画像データからその画像の特徴を示す特徴量を抽出させ、その抽出された各特徴量が存在する特徴量空間を前記特徴量に基づいて階層的に分割させ、その階層的に分割された前記特徴量空間をノードとして枝分かれさせた木構造に生成させ、その生成された木構造に基づいて前記画像の可視化空間である表示空間を分割させ、分割された各表示空間に対応する各画像データを配して画像表示させ、類似する前記画像を関連させて表示させる機能をコンピュータに実行させる類似画像表示処理プログラムが格納されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0028】したがって、この記録媒体に格納された類似画像表示処理プログラムを実行することにより、特徴量空間での特徴量間の位置に則した表示空間での特徴量の位置が求められる。これにより、類似する画像が例えば画面上の近い位置において表示される。

【0029】請求項10記載の発明は、請求項9記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記特徴量空間の階層的な分割は、クラスタリング手法によって円形状のクラスタを再帰的に生成して行うような機能をコンピュータに実行させる。

【0030】したがって、クラスタリング手法を用いることにより、処理量が少なくなり、処理速度が速められる。

【0031】請求項11記載の発明は、請求項10記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記クラスタリング手法は、各特徴量から最も近い前記クラスタまでの距離を算出し、前記特徴量の算出距離の昇順に、その特徴量を各クラスタのいずれか一つに含めるために拡張しなければならない前記クラスタの半径の増分を求め、その増分が最も少ない前記クラスタに所定の特徴量を属させるような機能をコンピュータに実行させる。

【0032】したがって、より精度の高いクラスタリング処理が可能になる。

【0033】請求項12記載の発明は、請求項9記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記表示空間の分割は、木構造のノード毎に前記特徴量の一次元方向を順次変えながら木構造の下位ノードの分岐数に基づいて分割するような機能をコンピュータに実行させる。

【0034】したがって、分割された表示空間は、それぞれノードを代表する画像を有することになり、また、類似する特徴量は近くに配置されることになる。

【0035】請求項13記載の発明は、請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノードとともにそれらの兄弟ノード間の距離も考慮して前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させる。

【0036】したがって、類似性をより正確に表した表示画面を生成することが可能になる。

【0037】請求項14記載の発明は、請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数に比例させて前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させる。

【0038】したがって、特徴量が表示空間に均等に分配されることにより、画像が一箇所に密集して表示されることが防止される。

【0039】請求項15記載の発明は、請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記表示空間の分割は、木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさに比例させて前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させる。

【0040】したがって、類似性をより正確に表した表示画面を生成することが可能になる。

【0041】請求項16記載の発明は、請求項12記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、前記表示空間の分割は、木構造の兄弟ノード間の距離と木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさとの中の少なくとも二以上を組み合わせて前記表示空間を分割する割合を調整するような機能をコンピュータに実行させる。

【0042】したがって、類似性をより正確に表した表示画面を生成することが可能になる。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態を図1ないし図10に基づいて説明する。

【0044】図1は、類似画像検索装置1を示す構成図である。図1に示すように、類似画像検索装置1は、多数の画像データを記憶保持する画像アプリケーション2と、類似画像検索・表示処理部3とを備えている。類似画像検索装置1の画像アプリケーション2には、画像入力手段4がI/F5を介して接続されている。つまり、画像アプリケーション2には、画像入力手段4であるスキャナやデジタルカメラ等によって入力された画像データ、Webからダウンロードした画像データなどが入力されることになる。また、類似画像検索装置1の類似画像検索・表示処理部3には、I/F5を介し、モニタ6が接続されている。この類似画像検索装置1は、CPUやROM、RAM等のメモリ装置等で構成されるコンピュータ（図示せず）やハードディスク、CD-ROMド

ライブ（いずれも図示せず）等を主体として構成されるハードウェアと、このハードウェアのシステムを構築するオペレーティングシステム（OS）等のシステムソフトウェアと、ハードウェアに各種処理を実行させるアプリケーションプログラムとによって構築されている。なお、アプリケーションプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、例えばCD-ROM等に格納されており、CD-ROMドライブ等を介して読み取られることになる。

【0045】次に、類似画像検索・表示処理部3における処理について説明する。類似画像検索・表示処理部3における処理としては、特徴量抽出処理3aと、特徴量空間木構造抽出処理3bと、画像表示画面生成処理3cとがある。

【0046】まず、特徴量抽出処理3aについて説明する。抽出される画像の特徴を示す特徴量としては、ヒストグラム特徴、エッジ特徴、テキストチャ特徴等が挙げられるが、ここでは、ヒストグラム特徴の抽出処理について説明する。ヒストグラムの特徴量は、適当な色空間（例えば、Lab, Luv, HSV等）を選択し、この空間を複数の領域に分割し、画像の各ピクセルが色空間のどの領域に対応するかを調べて領域毎のピクセル数をカウントした後、全体のピクセル数により正規化された領域毎のピクセル数のデータである。なお、二つのヒストグラムの特徴量の距離は、二つの特徴量の対応する各領域毎のピクセル数の差分の合計やユークリッド距離を利用することにより求められる。

【0047】次に、特徴量空間木構造抽出処理3bについて説明する。特徴量空間木構造抽出処理3bにおいては、まず、各特徴量が存在する特徴量空間を複数の部分空間（クラスタ）に分割するクラスタリング手法に基づくクラスタリング処理が実行される。クラスタリング手法としては、一般的なNearest Neighbor法やK-平均アルゴリズム法等が利用される。以下に、クラスタリング処理の具体的な手順を図2を参照して説明する。

【0048】1. クラスタの中心特徴量の獲得

- a) 特徴量空間内で任意の特徴量Aを獲得する。
- b) 選択した特徴量Aから最遠の特徴量をクラスタの中心特徴量c1とする。
- c) c1から最遠の特徴量を二番目のクラスタの中心特徴量c2とする。
- d) 得られた中心特徴量のいずれからも遠い特徴量を新たなクラスタの中心特徴量とする。
- e) d)を繰り返して必要なクラスタ分の特徴量を得る。

【0049】2. 特徴量のソート

- a) 特徴量空間の任意の特徴量Pを選択する。
- b) すべての中心特徴量と任意の特徴量Pとの間の距離を算出し、最短距離をクラスタ距離として求める。
- c) a)～b)を繰り返し、すべての任意の特徴量P

($P=1, 2, 3, \dots, n$) のクラスタ距離を求める。

d) すべての任意の特徴量 P ($P=1, 2, 3, \dots, n$) のクラスタ距離を昇順でソートする。

【0050】3. 特徴量の分配

a) 各クラスタの半径を 0 とする。

b) クラスタ距離の小さい任意の特徴量 P ($P=1, 2, 3, \dots, n$) から順に処理する。任意の特徴量 P ($P=1, 2, 3, \dots, n$) が各クラスタに含めるために拡張しなければいけない半径の増分を求め、増分が最も少ないクラスタに特徴量を属させる。

c) すべての任意の特徴量 P ($P=1, 2, 3, \dots, n$) について b) を繰り返す。

【0051】以上の手順により、クラスタリング処理が終了する。また、図2に示すように、特徴量が密集している限りクラスタの円の増分は少ないので、同じクラスタに分配されることになる。

【0052】次いで、特徴量空間木構造抽出処理3bの木構造生成処理について説明する。木構造生成処理は、クラスタリング処理により各特徴量を複数の部分空間に分割したものであるクラスタを木構造のノードとして枝分かれさせるものである。さらに、木構造生成処理は、各クラスタ(ノード)を前述したような方法でさらにクラスタリングし、下位のクラスタ(ノード)に分割してノードとする。これを再帰的に行なうことにより、図3に示すような特徴量空間の木構造を生成することができる。したがって、最終的には、すべての特徴量が最下位の個々のノード(リーフノード)に一つずつ含まれることになる。このように木構造に分割されたクラスタ(ノード)は、それぞれクラスタ(ノード)を代表する画像を有することになる。また、この木構造では、類似する特徴量は近くに配置されることになる。

【0053】ここで、図4は特徴量空間の構造の一例を二次元的に示す模式図、図5は特徴量空間の構造の一例を三次元的に示す模式図である。図4及び図5に示すように、類似する画像が包含された各クラスタ(ノード)は、上位クラスタ(C1, C2, C3)であるノードと下位クラスタ(C4~C10)である子ノードとで構成されており、ノードには、少なくとも1以上の子ノードが含まれている。

【0054】次に、画像表示画面生成処理3cについて説明する。画像表示画面生成処理3cにおいては、まず、表示空間生成処理が実行される。以下に、表示空間生成処理の具体的な手順を図6を参照して説明する。なお、本実施の形態においては、三次元空間に木構造をマップする場合について説明する。

【0055】a) 画像の可視化空間である表示空間の特徴量の一次元方向を一つ選択し、木構造の下位ノードの分岐数に基づいて表示空間を均等に分割する(図6(a)参照)。

b) 分割された各表示空間に子ノードを割り振る(図6

(b)参照)。なお、子ノードの割り振りにおいては、類似する子ノード同士は近くに配置されるようにする。

c) 各子ノードについて、a) 及び b) を特徴量の一次元方向を順次変えなが

ら繰り返して行なう。このように再帰的に処理することで木構造の全てのノードが表示空間にマップされることになる(図6(c)参照)。以上の手順により、表示空間生成処理が終了する。

【0056】次いで、画像表示画面生成処理3cの表示画面生成処理について説明する。

a) 表示空間生成処理によって表示空間にマップされたリーフノードには、そのノードを代表する画像の特徴量が一つずつ含まれているので、これらの画像データを各リーフノードの表示空間の中心に配置する。

b) 三次元空間にマップされた画像データを二次元空間に投影し、表示画面を生成する。なお、二次元空間に木構造をマップする場合には、三次元空間を二次元空間に投影する処理は不要であり、そのまま表示画面とすることができる。以上の手順により、表示画面生成処理が終了する。

【0057】このようにして生成された表示画面は、I/F5を介してモニタ6へと出力された表示されることになる。ここで、図7は画像を二次元表示画面にマップした表示画面の一例を示す平面図である。図7に示すように、類似する画像はモニタ6の表示画面に縮小画像の散布図として表示され、類似する複数の画像が表示画面上において近い位置に関連した状態で見易く表示されることになる。つまり、特徴量抽出処理3aと特徴量空間木構造抽出処理3bと画像表示画面生成処理3cにおいては、類似画像表示方法をコンピュータに実行させる類似画像表示処理プログラムがアプリケーションプログラムとして実行されている。

【0058】なお、本実施の形態の画像表示画面生成処理3cの表示空間生成処理のa)においては表示空間をノードの個数で均等に分割したが、これに限るものではなく、ノード(クラスタ)はそれぞれクラスタ半径、クラスタに属する特徴量の数等が異なるため、それらの値に比例させて分割する表示空間の割合を調整するようにしても良い。例えば、図8(a)に示すようにノード(クラスタ)の半径が異なる場合には、そのノード(クラスタ)の半径に比例させて分割空間のサイズを大きくすることにより(図8(b)参照)、類似性をより正確に表した表示画面を生成することができる。また、同様に、クラスタに属する特徴量の数が異なる場合にも、その特徴量の数に比例させて分割空間のサイズを大きくすることにより、画像を均等に表示空間に分配することができるので、一箇所に画像が密集してマップされて見にくくなることはない。

【0059】さらに、図9(a)に示すような兄弟ノードであるクラスタC1, C2間の隙間距離S1を考慮し

て表示空間にそのクラスタ間の隙間距離 $S1$ を設定し、そのクラスタ間の隙間距離 $S1$ を設定した表示空間には子ノードを指定しないようにするとともに、ノード（クラスタ）の半径 $R1$ 、 $R2$ に比例させて分割空間のサイズを大きくするようにしても良い（図9（b）参照）。これにより、類似性をより正確に表した表示画面を生成することができる。

【0060】加えて、本実施の形態の画像表示画面生成処理3cの表示空間生成処理のa）においては表示空間の特徴量の一次元方向を一つのみ選択して木構造の下位ノードの分岐数に基づいて表示空間を分割するようにしたが、これに限るものではない。例えば図10（a）に示すように表示空間の特徴量を三次元方向で分割しても良いし、図10（b）に示すように表示空間の特徴量を二次元方向で分割しても良いし、図10（c）に示すように表示空間の特徴量を二次元方向で分割するとともに表示空間を分割する割合を調整するようにしても良い。

【0061】なお、本実施の形態においては画像データの表示について説明したが、特徴量で類似性が判断できるものであれば文書データ等であっても良い。

【0062】

【発明の効果】請求項1及び9記載の発明によれば、各画像の画像データからその画像の特徴を示す特徴量を抽出し、その抽出された特徴量に基づいて特徴量空間を階層的に分割し、その階層的に分割された特徴量空間をノードとして枝分かれさせた木構造に生成し、その生成された木構造に基づいて表示空間を分割し、分割された各表示空間に対応する各画像データを配して画像表示することにより、特徴量空間での特徴量間の位置に則した表示空間での特徴量の位置を求めることができ、類似する画像を例えば画面上の近い位置において表示することができるので、画像特徴がベクトルデータで表現できない場合、又は、画像の類似性が線形結合で表せない場合においても、特徴量の空間を類似性に基づいて高速に表示することができる。

【0063】請求項2及び10記載の発明によれば、特徴量空間の階層的な分割をクラスタリング手法によって円形状のクラスタを再帰的に生成させて行うことにより、処理量を少なくすることができるので、処理速度を速めることができる。

【0064】請求項3及び11記載の発明によれば、クラスタリング手法を、各特徴量から最も近いクラスタまでの距離を算出し、特徴量の算出距離の昇順に、その特徴量を各クラスタのいずれか一つに含めるために拡張しなければいけないクラスタの半径の増分を求め、その増分が最も少ないクラスタに所定の特徴量を属させるようにしたことにより、より精度の高いクラスタリング処理を行なうことができる。

【0065】請求項4及び12記載の発明によれば、前記表示空間の分割を木構造のノード毎に特徴量の一次元

方向を順次変えながら木構造の下位ノードの分岐数に基づいて分割させるようにしたことにより、分割された表示空間にはそれぞれノードを代表する画像を有するようにすることができ、また、類似する特徴量を近くに配置することができる。

【0066】請求項5及び13記載の発明によれば、木構造の兄弟ノードとともにそれらの兄弟ノード間の距離も考慮して表示空間を分割する割合を調整することにより、類似性をより正確に表した表示画面を生成することができる。

【0067】請求項6及び14記載の発明によれば、木構造の下位ノードに属する特徴量の数に比例させて表示空間を分割する割合を調整することにより、特徴量を表示空間に均等に分配することができるので、画像を一箇所に密集させて表示することを防止することができ、見易くすることができる。

【0068】請求項7及び15記載の発明によれば、木構造の下位ノードに属する特徴量空間の大きさに比例させて表示空間を分割する割合を調整することにより、類似性をより正確に表した表示画面を生成することができる。

【0069】請求項8及び16記載の発明によれば、木構造の兄弟ノード間の距離と木構造の下位ノードに属する前記特徴量の数と木構造の下位ノードに属する前記特徴量空間の大きさとの中の少なくとも二以上を組み合わせることで表示空間を分割する割合を調整することにより、類似性をより正確に表した表示画面を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の類似画像検索装置を示す構成図である。

【図2】クラスタリング処理の具体的な手順を示す説明図である。

【図3】特徴量空間の木構造の一例を示す模式図である。

【図4】特徴量空間の構造の一例を二次元的に示す模式図である。

【図5】特徴量空間の構造の一例を三次元的に示す模式図である。

【図6】表示空間生成処理の具体的な手順を示す説明図である。

【図7】画像を二次元表示画面にマップした表示画面の一例を示す平面図である。

【図8】表示空間生成処理の別の一例を示す説明図である。

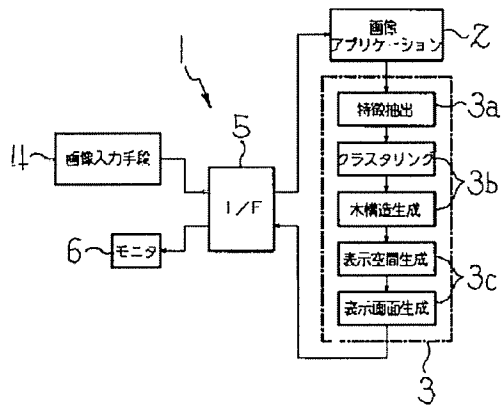
【図9】表示空間生成処理のさらに別の一例を示す説明図である。

【図10】表示空間生成処理における表示空間の特徴量の分割方法の変形例を示す説明図である。

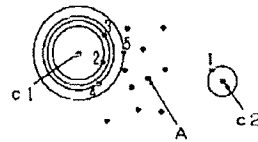
【符号の説明】

C1~C10 ノード、クラスタ

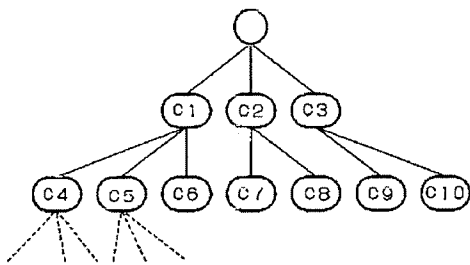
【図1】



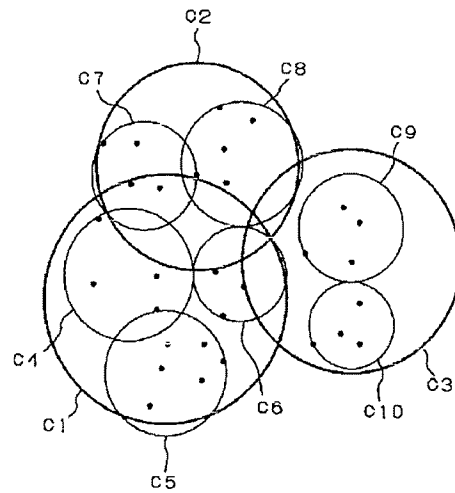
【図2】



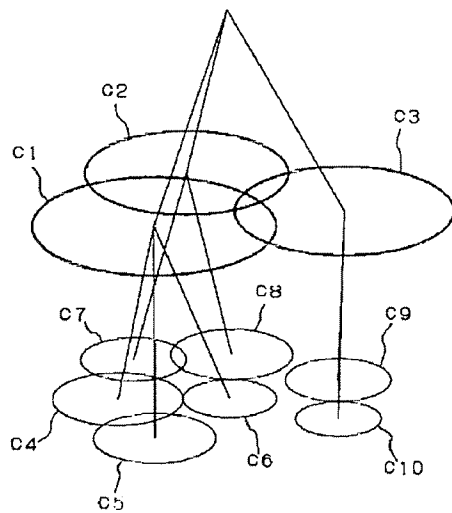
【図3】



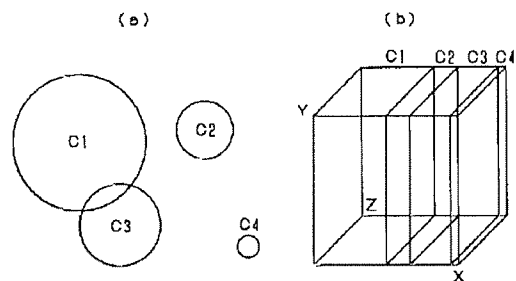
【図4】



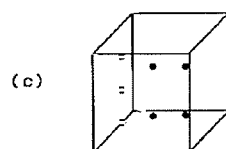
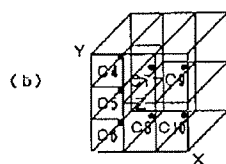
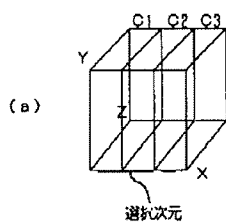
【図5】



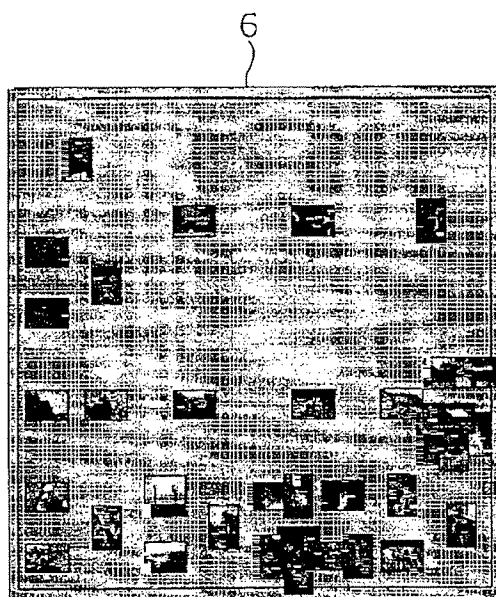
【図8】



【図6】



【図7】



【図10】

【図9】

